

Hitzebeständige Leitschaufel

Patent number: DE19734273

Publication date: 1999-02-11

Inventor: PAN YING DR ING (DE); TAUT CHRISTINE DIPL PHYS DR IN (DE)

Applicant: SIEMENS AG (DE)

Classification:

- international: F01D9/04; F01D5/18

- european: B64C11/20B; F01D5/28B; F01D5/28F; F04D29/22D7; F04D29/28G

Application number: DE19971034273 19970807

Priority number(s): DE19971034273 19970807

Also published as:

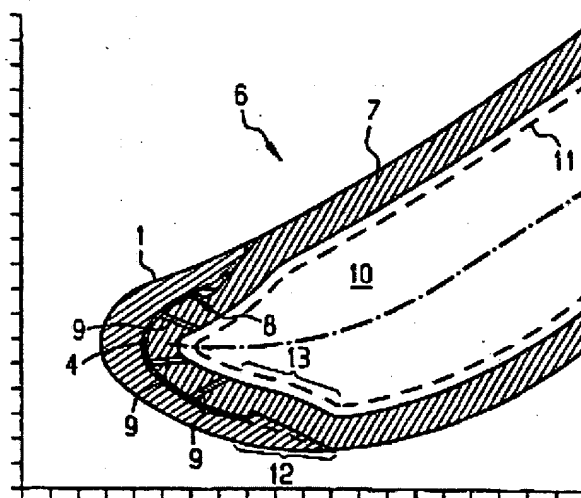


WO9907981 (A1)

[Report a data error here](#)

Abstract of DE19734273

The invention relates to a guide blade (6) pertaining to a gas turbine, comprising an outer leading blade edge (1) which is detachably connected to the body (7) of the guide blade (6), whereby the outer leading blade edge (1) is made from different material to the blade body (7). According to the invention, elastic material (4) is located between the outer leading blade edge (1) and the blade body (7).



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 34 273 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
F 01 D 9/04
F 01 D 5/18

②1 Aktenzeichen: 197 34 273.6
②2 Anmeldetag: 7. 8. 97
④3 Offenlegungstag: 11. 2. 99

DE 197 34 273 A 1

⑦1 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦2 Erfinder:
Pan, Ying, Dr.-Ing, 45472 Mülheim, DE; Taut,
Christine, Dipl.-Phys. Dr.-Ing., 45359 Essen, DE

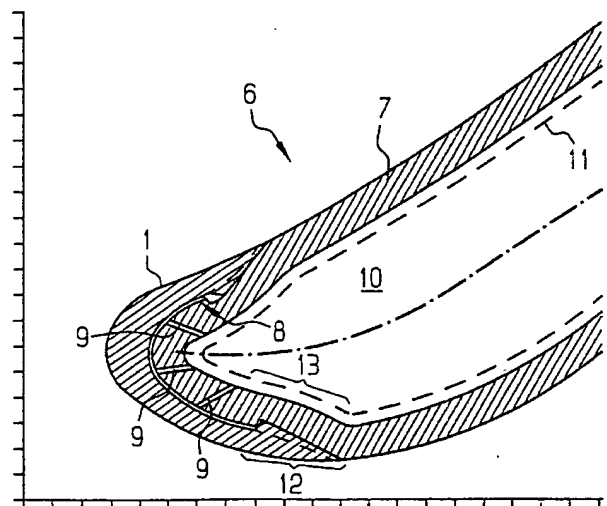
⑤6 Entgegenhaltungen:
DE 1 96 17 556 A1
DE 38 21 005 A1
US 47 28 262
JP 56-1 73 503 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Hitzebeständige Leitschaufel

⑤7 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Leitschaufel (6) einer Gasturbine mit einer äußeren Schaufel-Eintrittskante (1), die an einem Schaufelkörper (7) der Leitschaufel (6) lösbar befestigt ist, wobei die äußere Schaufel-Eintrittskante (1) ein anderes Material als der Schaufelkörper (7) aufweist. Zwischen der äußeren Schaufel-Eintrittskante (1) und dem Schaufelkörper (7) befindet sich erfindungsgemäß ein elastisches Material (4).



DE 197 34 273 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Leitschaufel einer Gasturbine mit einer äußeren Schaufel-Eintrittskante, die an einem Schaufelkörper der Leitschaufel lösbar befestigt ist. Die äußere Schaufel-Eintrittskante weist ein anderes Material als der Schaufelkörper auf.

Um hohe Wirkungsgrade zu erreichen, sind in neuen Gasturbinen-Generationen die Leitschaufeln der ersten Reihe, insbesondere ihre Eintrittskanten, sehr hohen Heißgastemperaturen ausgesetzt. Diese Temperaturen übersteigen die Betriebstemperaturen metallischer Werkstoffe bei weitem, so besondere Schutzmaßnahmen, insbesondere eine Kühlung der Leitschaufeln, erforderlich sind. Eine Verbesserung des Gasturbinenwirkungsgrades kann außer durch Erhöhung der Eintrittstemperatur auch erzielt werden, wenn der Austritt von Kühlluft zur Kühlung von Leitschaufeln ins Heißgas verringert wird. Insbesondere die am stärksten belastete erste Leitschaufelreihe benötigt aufgrund der dort vorliegenden hohen Temperaturen einen erheblichen Kühlaufwand.

Eine Verwendung von hochtemperaturbeständigeren metallischen Werkstoffen bzw. eine Anwendung einer Filmkühlung an einer Schaufel-Eintrittskante der Leitschaufel unterliegt immer den Anforderungen, die sich aus einem zuverlässigen und sicheren Betrieb der Gasturbine ergeben. Die Leitschaufeln müssen zu jeder Zeit eine ausreichende Festigkeit, Lebensdauer und Zuverlässigkeit aufweisen, die auch unter extremen Betriebsbedingungen der Gasturbine eingehalten werden müssen. Der Einsatz von hochtemperaturbeständigeren metallischen Werkstoffen erfordert bei steigender Heißgastemperatur einen steigenden Bedarf an Kühlluft, um die Betriebssicherheit sicherzustellen. Weiterhin sind bei der Auslegung insbesondere der ersten Leitschaufelreihe diejenigen Verschleißprobleme zu berücksichtigen, die aufgrund von Strahlverschleiß durch Partikel sowie aufgrund der Heißgasbedingungen vor allem an den Eintrittskanten der Schaufeln beispielsweise durch Heißgaskorrosion auftreten. Aus der US 5,358,379 ist eine Leitschaufel bekannt, die sich aus zwei Teilen zusammensetzt. Ein erstes Teil, ein Schaufelkörper, bildet den überwiegenden Teil der Druck- und Saugseite der Leitschaufel aus. Ein anderes Teil ist als Schaufel-Eintrittskante ausgebildet. Beide Teile sind über ein Feder-Nut-System miteinander verbindbar. Durch die Verbindung bilden sie eine vollständige Leitschaufel aus. Die Schaufel-Eintrittskante weist dabei ein anderes Material mit einem anderen Wärmeausdehnungskoeffizienten auf als der Schaufelkörper.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Leitschaufel einer Gasturbine anzugeben, die den mechanischen und thermischen Belastungen bei hohen Gaseintrittstemperaturen gerecht wird. Insbesondere soll die Leitschaufel sicher in der ersten Leitschaufelreihe einer Gasturbine einsetzbar sein.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Leitschaufel gemäß dem Anspruch 1 gelöst. Eine Schaufeleintrittskante mit den Merkmalen des Anspruches 12 sowie ein Schaufelkörper 16 mit den Merkmalen des Anspruches 16 dienen bei erfindungsgemäßer Verwendung für eine Leitschaufel nach dem Anspruch 1 ebenfalls zur Lösung der Aufgabe.

Eine Leitschaufel einer Gasturbine mit einer äußeren Schaufel-Eintrittskante, die an einem Schaufelkörper der Leitschaufel lösbar befestigt ist, wobei die äußere Schaufel-Eintrittskante ein anderes Material als der Schaufelkörper aufweist, weist nach der Erfindung zwischen der äußeren Schaufel-Eintrittskante und dem Schaufelkörper ein elastisches Material auf. Dieses elastische Material sorgt dafür,

daß die miteinander verbundene äußere Schaufel-Eintrittskante und der Schaufelkörper keine starre Verbindung untereinander aufweisen, sondern ein gewisses, wenn auch geringes Spiel zwischen beiden zulässig ist. Diese elastische Lagerung ermöglicht eine freie Wärmedehnung zwischen der äußeren Schaufel-Eintrittskante und dem Schaufelkörper. Bei Verwendung eines keramischen Werkstoffes für die äußere Schaufel-Eintrittskante und einen metallischen Werkstoff für den Schaufelkörper ermöglicht die elastische Lagerung, daß die aufgrund der unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten der beiden Materialien entstehenden thermischen Spannungen ausgeglichen werden. Gegenüber einer starren Verbindung von äußerer Schaufel-Eintrittskante und Schaufelkörper werden Spannungskonzentrationen zwischen beiden vermieden. Die Verwendung des elastischen Materials ermöglicht damit auch eine Funktions-trennung von äußerer Schaufel-Eintrittskante und Schaufelkörper bezüglich ihrer kombinierten Verwendung als Leitschaufel. Der Schaufelkörper ist insbesondere zur Aufnahme der auftretenden mechanischen Belastungen ausgelegt. Vorteilhafterweise wird er daher als Metallstruktur ausgelegt. Die äußere Schaufel-Eintrittskante wiederum dient zur Aufnahme der Heißgasbelastung. Dazu weist sie vorteilhafterweise eine Keramikstruktur auf.

Das Auftreten von Wärmespannungen zwischen dem Schaufelkörper und der äußeren Schaufel-Eintrittskante wird weiterhin dadurch vermieden, daß sich zwischen diesen beiden eine Wärmeisolierung befindet. Diese Wärmeisolierung kann ein geeignetes wärmeisolierendes Material sein oder durch eine konstruktive Lösung, beispielsweise durch einen Spalt zwischen der äußeren Schaufel-Eintrittskante und dem Schaufelkörper, hergestellt sein. Die Wärmeisolierung unterstützt die gegenüber dem Material des Schaufelkörpers schlechtere Wärmeleitfähigkeit des Materials der äußeren Schaufel-Eintrittskante. Der Wärmeübergang zwischen beiden wird dadurch noch weiter abgesenkt.

Als besonders geeignetes Material zwischen der äußeren Schaufel-Eintrittskante und dem Schaufelkörper hat sich ein faserkeramisches Material erwiesen. Die Faserstruktur stellt dabei die Elastizität sicher und sorgt für eine gute Wärmeisolierung. Das faserkeramische Material wird beispielsweise als Schicht entweder innen auf der äußeren Schaufel-Eintrittskante oder außen auf dem Schaufelkörper aufgetragen. Je nach Ausrichtung der Fasern sowie der Schichtdicke sind dabei gewünschte Elastizitätswerte einstellbar. Gleiches gilt auch für die Richtungen, in welchen die Elastizität besonders wirksam ist. Als geeignetes Material für die Fasern hat sich Al₂O₃ erwiesen.

Eine weitere, besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung, die auch als eigenständige Lösung einsetzbar ist, weist eine innere Schaufel-Eintrittskante des Schaufelkörpers auf, die von der äußeren Schaufel-Eintrittskante überdeckt ist, wobei die innere Schaufel-Eintrittskante ein Strömungsprofil aufweist, welches demjenigen der äußeren Schaufel-Eintrittskante angenähert ist. Auf diese Weise entsteht eine Hybrid-Leitschaufel, die eine besondere Betriebssicherheit bewirkt. Wenn die äußere Schaufel-Eintrittskante einen Schaden aufweist, der die strömungstechnische Wirkung der äußeren Schaufel-Eintrittskante beeinträchtigt, bleibt die Funktionsfähigkeit der Leitschaufel trotzdem trotzdem erhalten. Die Funktion der Schaufel-Eintrittskante wird dann durch die innere Schaufel-Eintrittskante des Schaufelkörpers übernommen. Dadurch wird auch eine gute Notlaufeigenschaft der Leitschaufel erreicht, welche einen Weiterbetrieb der Gasturbine auch nach Schädigung der Leitschaufeln beispielsweise wegen eines defekten vorgeschalteten Partikelfilters ermöglicht. Die äußere Schaufel-Eintrittskante weist bevorzugt eine Schalenform auf. Einer-

seits ermöglicht dieses eine besonders weitgehende Anpassung des Strömungsprofils der inneren Schaufel-Eintrittskante an dasjenige Strömungsprofil der äußeren Schaufel-Eintrittskante, ohne daß strömungstechnisch schwerwiegende Fehlanströmungen bei der inneren Schaufel-Eintrittskante nach Beschädigung der äußeren Schaufel-Eintrittskante in Kauf genommen werden müßten. Andererseits ermöglicht die Schalenform eine weitere Absenkung einer Versagenswahrscheinlichkeit. Die Schalenform als Hohlstruktur weist ein geringeres Volumen als ein Vollkörper auf. Dementsprechend sinkt der Grad der Wahrscheinlichkeit von Materialstörungen bei gleichzeitiger Erhöhung einer gewissen Elastizität der Form der äußeren Schaufel-Eintrittskante. Die Verwendung einer Schalenform für die äußere Schaufel-Eintrittskante ermöglicht die Verwendung strukturerkammerischer Werkstoffe. Diese sind hochtemperaturbeständig, korrosionsbeständig sowie erosionsbeständig. Die Form der äußeren Schaufel-Eintrittskante ist mittels thermoplastischer Formgebungsverfahren wie beispielsweise Spritzgießen oder Heißgießen möglich. Dieses eröffnet die Möglichkeit der Verwendung verschiedener, auch komplizierter Formen für die äußere Schaufel-Eintrittskante, wobei aufgrund der Herstellungsweise große Stückzahlen bei kostengünstigen Preisen möglich sind. Der strukturerkammerische Werkstoff wird für bestimmte Belastungsbereiche, wie sie beispielsweise an bestimmten Abschnitten der äußeren Schaufel-Eintrittskante auftreten, durch Composite oder Fasern unterstützt. Jedoch nicht nur ein Abschnitt, sondern auch die gesamte äußere Schaufel-Eintrittskante ist auf diese Weise verstärkbar.

Für eine Langzeitbeständigkeit der inneren Schaufel-Eintrittskante und damit Vermeidung eines sofort notwendigen Austausches der äußeren Schaufel-Eintrittskante außerhalb einer routinemäßigen Stilllegung der Gasturbine hat es sich als besonders zweckmäßig erwiesen, wenn die innere Schaufel-Eintrittskante Kühlluftöffnungen zur Ausbildung einer Filmkühlung aufweist. Diese Filmkühlung ermöglicht es, daß die innere Schaufel-Eintrittskante einen metallischen Werkstoff aufweist, welcher ansonsten den Betriebstemperaturen des Heißgases nicht gewachsen wäre. Eine bevorzugte Ausgestaltung der Leitschaufel sieht vor, daß das elastische Material mindestens eine Kühlluftbohrung in dem Schaufelkörper und insbesondere in der inneren Schaufel-Eintrittskante abdeckt. Bei einer Beschädigung der äußeren Schaufel-Eintrittskante und des elastischen Materials wird die Kühlluftbohrung freigelegt. Das ebenfalls freigelegte Material der inneren Schaufel-Eintrittskante wird dann über die freigelegte Kühlluftbohrung ausreichend gekühlt. Die Kühlluftbohrungen, das elastische Material sowie die konstruktive Gestaltung von äußerer und innerer Schaufel-Eintrittskante sind in einer Weiterbildung so ausgeführt, daß sich bei einem Versagensfall der äußeren Schaufel-Eintrittskante und des elastischen Materials eine Filmkühlung ausbildet, die den Schaufelkörper vor Überhitzung schützt.

Damit die äußere Schaufel-Eintrittskante mit dem Schaufelkörper elastisch gelagert verbunden ist, werden beide in einer bevorzugten Ausgestaltung entsprechend zusammengesteckt. Dieses erfolgt beispielsweise mittels geeigneter Führungen. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung werden die äußere Schaufel-Eintrittskante und der Schaufelkörper miteinander verklammert. Die Verklammerung an sich ermöglicht wiederum eine gewisse Elastizität zwischen der äußeren Schaufel-Eintrittskante und dem Schaufelkörper.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen, Weiterbildungen und Merkmale der Erfindung sind in den Beispielen der nachfolgenden Zeichnung dargestellt und näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine äußere Schaufel-Eintrittskante zur Verwendung bei einer erfindungsgemäßen Leitschaufel,

Fig. 2 einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Leitschaufel,

Fig. 3 eine Seitenansicht einer Leitschaufel mit einer äußeren Schaufel-Eintrittskante und einem Schaufelkörper,

Fig. 4 eine Aufsicht auf die Leitschaufel aus Fig. 3 und

Fig. 5 einen an die äußere Schaufel-Eintrittskante anfügbaren Kopf.

Fig. 1 zeigt eine besonders vorteilhafte und bevorzugte Ausgestaltung einer äußeren Schaufel-Eintrittskante 1. Die äußere Schaufel-Eintrittskante 1 hat eine Außenseite 2 und eine Innenseite 3. Auf der Innenseite 3 ist ein elastisches Material 4 aufgebracht. Das elastische Material 4, vorzugsweise eine faserkeramische Schicht, hat zusätzlich eine wärmeisolierende Eigenschaft, die einerseits die äußere Schaufel-Eintrittskante 1 gegen eine rückwärtige Prallkühlung eines in der Fig. 1 nicht dargestellten Schaufelkörpers schützt und andererseits einen Wärmeübergang von der Innenseite 3 auf den nicht dargestellten Schaufelkörper vermindert. Die äußere Schaufel-Eintrittskante 1, die vorzugsweise auch als Werkstoff Siliciumnitrid enthält, weist zur Verbindung mit dem Schaufelkörper Klammersegmente 5 auf. Diese sind voneinander mit einem Abstand L getrennt. Eine derartige segmentierte Klammerung erfüllt eine mögliche Schadentoleranz der Befestigung zwischen der äußeren Schaufel-Eintrittskante 1 und dem Schaufelkörper: sollte ein Riß oder ein anderer Schaden an der Verklammerung entstehen, fällt nur ein Klammersegment 5 aus. Die übrigen verbleibenden Klammersegmente sind dann weiterhin in der Lage die Verbindung zwischen der äußeren Schaufel-Eintrittskante 1 und dem Schaufelkörper sicherzustellen. Der Abstand L genauso wie die Abmessungen der Klammersegmente 5 sind dabei an die hauptsächlich auftretenden Belastungen im Betrieb der Gasturbine und damit der Leitschaufel auslegbar.

Fig. 2 zeigt eine Leitschaufel 6 im Querschnitt. Die äußere Schaufel-Eintrittskante 1 entsprechend der Fig. 1 ist mit einem Schaufelkörper 7 verklammert. Die äußere Schaufel-Eintrittskante 1, die eine Schalenform hat, deckt dabei eine innere Schaufel-Eintrittskante 8 des Schaufelkörpers 7 ab. Zwischen der äußeren Schaufel-Eintrittskante 1 und der inneren Schaufel-Eintrittskante 8 ist das elastische Material 4 angeordnet, welches Kühlluftbohrungen 9 im Schaufelkörper 7 ebenfalls mit abdeckt. Die Kühlluftbohrungen 9 werden im Schadensfalle freigelegt, so daß Kühlluft aus dem Inneren 10 der Leitschaufel 6 über einen Blecheinsatz 11 zu den freigelegten Kühlluftbohrungen 9 geleitet wird. Die Verklammerung zwischen der äußeren Schaufel-Eintrittskante und dem Schaufelkörper 7 ist in dieser Ausgestaltung so gestaltet, daß auf zwei Seiten jeweils ein erster Abschnitt 12 der äußeren Schaufel-Eintrittskante 1 einen zweiten Abschnitt 13 des Schaufelkörpers 7 einklammert. Diese Einklammerung ist konstruktiv so vorteilhaft gelöst, daß das Strömungsprofil der inneren Schaufel-Eintrittskante 8 demjenigen der äußeren Schaufel-Eintrittskante 1 weitestgehend angenähert ist und eine Strömungsstörung am Schaufelkörper 7 soweit wie möglich ausgeschlossen ist.

Fig. 3 zeigt die Leitschaufel 6 mit der äußeren Schaufel-Eintrittskante 1, wie sie durch einen ersten 14 und einen zweiten 15 Träger im Strömungskanal einer Gasturbine gehalten wird. Die äußere Schaufel-Eintrittskante 1 weist einen angefügten Kopf 16 auf, der eine definierte Stoßkante 17 hat. An der Stoßkante 17 liegt ein Teil des Schaufelkörpers 7 auf. Dadurch wird die äußere Schaufel-Eintrittskante 1 mit dem Schaufelkörper 7 in eine genau festgelegte Relation gebracht.

Fig. 4 zeigt die Leitschaufel 6 aus der Fig. 3 in einer Aufsicht von oben. Der Kopf 16 deckt dabei die äußere Schau-

fel-Eintrittskante 1 von oben vollständig ab und ermöglicht damit die genaue Lagedefinition zum Schaufelkörper 7. Der Kopf 16 ist wiederum so dimensioniert, daß er das Innere 10 der Leitschaufel 6 und damit die innere Kühlungsströmung nicht behindert.

Fig. 5 zeigt den Kopf 16 in einer Schrägsicht. Der Kopf 16 weist eine Stufe 18, an der die Stoßkante 17 definiert ist. Eine Verbindung zwischen dem Kopf 16 und der äußeren Schaufel-Eintrittskante 1 ist abhängig vom Material. Vorteilhafterweise werden beide miteinander verschweißt. Eine Trennung der äußeren Schaufel-Eintrittskante 1 von dem Schaufelkörper 7 ist dann beispielsweise durch Abschleifen des aufgeschweißten Kopfes 16 möglich.

Die vorliegende Erfindung ermöglicht eine Verbesserung des Turbinenwirkungsgrades aufgrund einer Reduzierung des einzusetzenden Kühlluftmassenstromes. Gleichzeitig ermöglicht die Erfindung eine selbst bei Beschädigungen betriebssichere Verwendung einer Leitschaufel, wobei der verwendete Schaufelkörper in seinem Aufbau nur geringer Formänderungen im Bereich der Schaufelvorderkante bedarf.

Patentansprüche

1. Leitschaufel (6) einer Gasturbine mit einer äußeren Schaufel-Eintrittskante (1), die an einem Schaufelkörper (7) der Leitschaufel (6) lösbar befestigt ist, wobei die äußere Schaufel-Eintrittskante (1) ein anderes Material als der Schaufelkörper (7) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich zwischen der äußeren Schaufel-Eintrittskante (1) und dem Schaufelkörper (7) ein elastisches Material (4) befindet.
2. Leitschaufel (6) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich zwischen der äußeren Schaufel-Eintrittskante (1) und dem Schaufelkörper (7) eine Wärmeisolierung befindet.
3. Leitschaufel (6) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das elastische Material (4) ein faserkeramisches Material ist.
4. Leitschaufel (6) nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaufelkörper (7) eine innere Schaufel-Eintrittskante (8) hat, die von der äußeren Schaufel-Eintrittskante (1) überdeckt ist, wobei die innere Schaufel-Eintrittskante (8) ein Strömungsprofil aufweist, welches demjenigen der äußeren Schaufel-Eintrittskante (1) angenähert ist.
5. Leitschaufel (6) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die äußere Schaufel-Eintrittskante (1) eine Schalenform aufweist.
6. Leitschaufel (6) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das elastische Material (4) mindestens eine Kühlluftbohrung (9) in dem Schaufelkörper (7) abdeckt.
7. Leitschaufel (6) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Beschädigung der äußeren Schaufel-Eintrittskante (1) und des elastischen Materials (4) die Kühlluftbohrung (9) zur Ausbildung einer Filmkühlung freigelegt ist.
8. Leitschaufel (6) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die äußere Schaufel-Eintrittskante (1) und der Schaufelkörper (7) zusammengesteckt sind.
9. Leitschaufel (6) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die äußere Schaufel-Eintrittskante (1) und der Schaufelkörper (7) miteinander verklammert sind.
10. Leitschaufel (6) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein erster Abschnitt (12) der äußeren

Schaufel-Eintrittskante (1) einen zweiten Abschnitt (13) des Schaufelkörpers (7) einklammert oder umgekehrt.

11. Leitschaufel (6) nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß eine Verklammerung der äußeren Schaufel-Eintrittskante (1) und des Schaufelkörpers (7) über mehrere Klammersegmente (5) erfolgt.

12. Äußere Schaufel-Eintrittskante (1) zur Verwendung bei einer Leitschaufel (6) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaufel-Eintrittskante (1) ein struktureramisches Material enthält und eine Schalenform mit einer Innenseite (3) und einer Außenseite (2) aufweist.

13. Schaufel-Eintrittskante (1) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß diese zumindest ein Klammersegment (5) aufweist.

14. Schaufel-Eintrittskante (1) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß diese ein elastisches Material (4) auf der Innenseite (3) der Schalenform aufweist.

15. Schaufel-Eintrittskante (1) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß diese eine Stoßkante (17) aufweist, die an die Schaufel-Eintrittskante (1) angefügt ist.

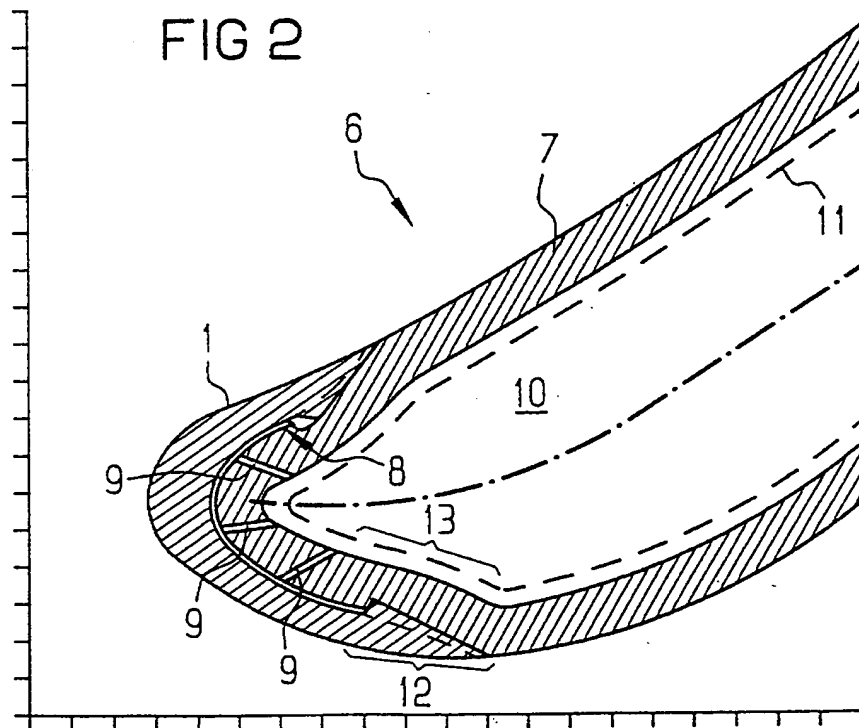
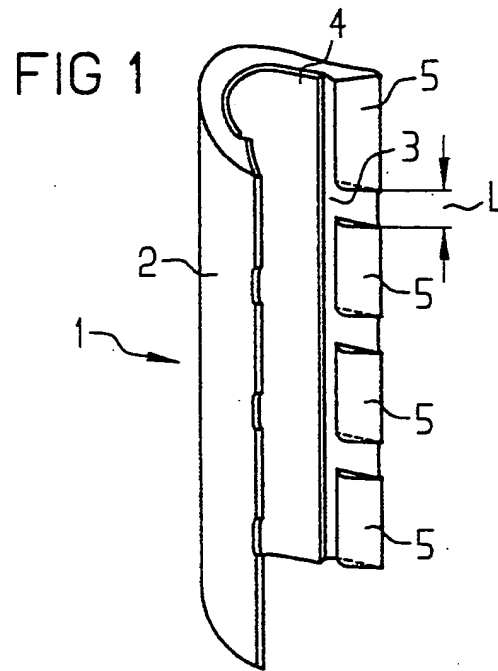
16. Schaufelkörper (7) zur Verwendung bei einer Leitschaufel (6) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaufelkörper (7) zumindest teilweise eine der Leitschaufel strömungstechnisch angepaßte Schaufel-Eintrittskante (8) aufweist.

17. Schaufelkörper (7) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaufel-Eintrittskante (1) des Schaufelkörpers (7) mindestens eine Kühlluftbohrung (9) aufweist.

18. Schaufelkörper (7) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaufel-Eintrittskante (8) zumindest teilweise mit einem elastischen Material (4) abgedeckt ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



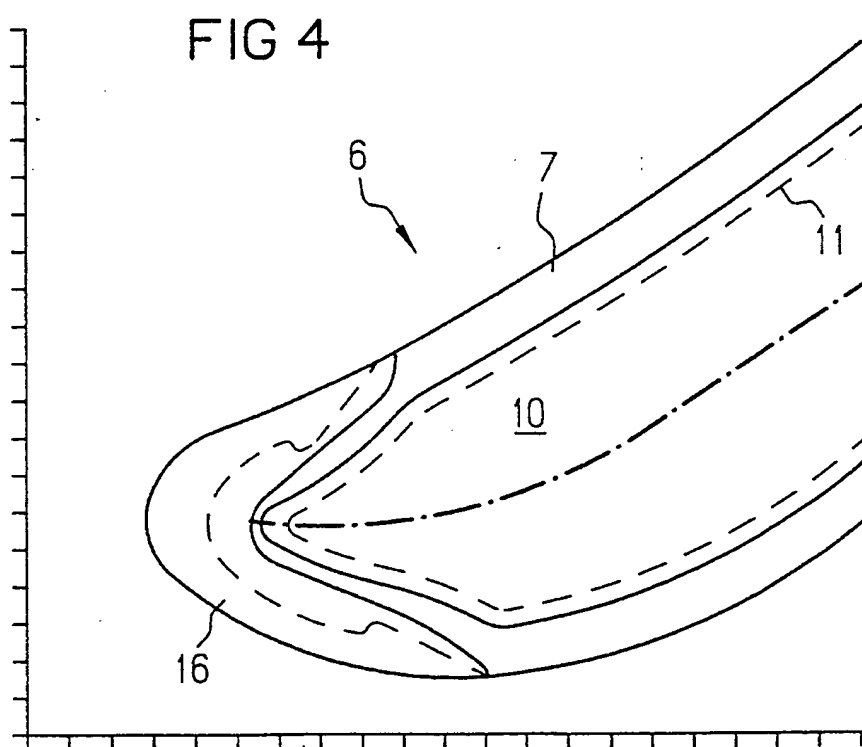
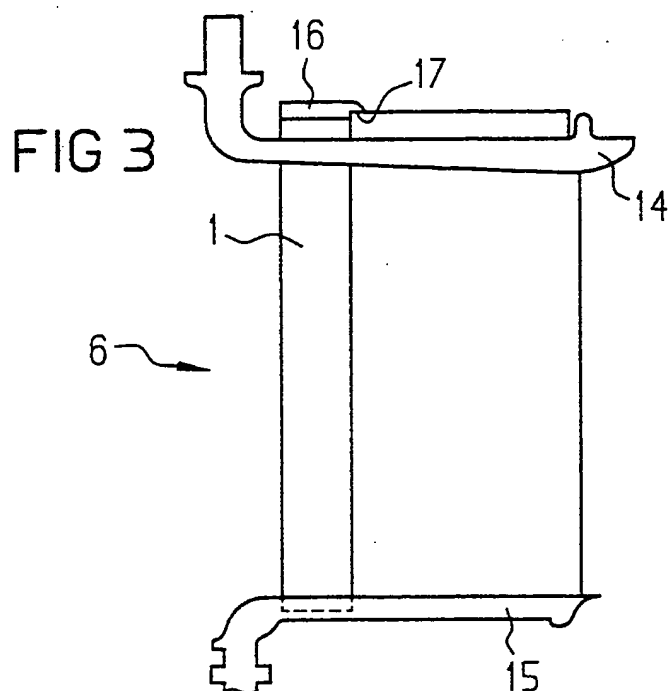


FIG 5

